

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09054623  
PUBLICATION DATE : 25-02-97

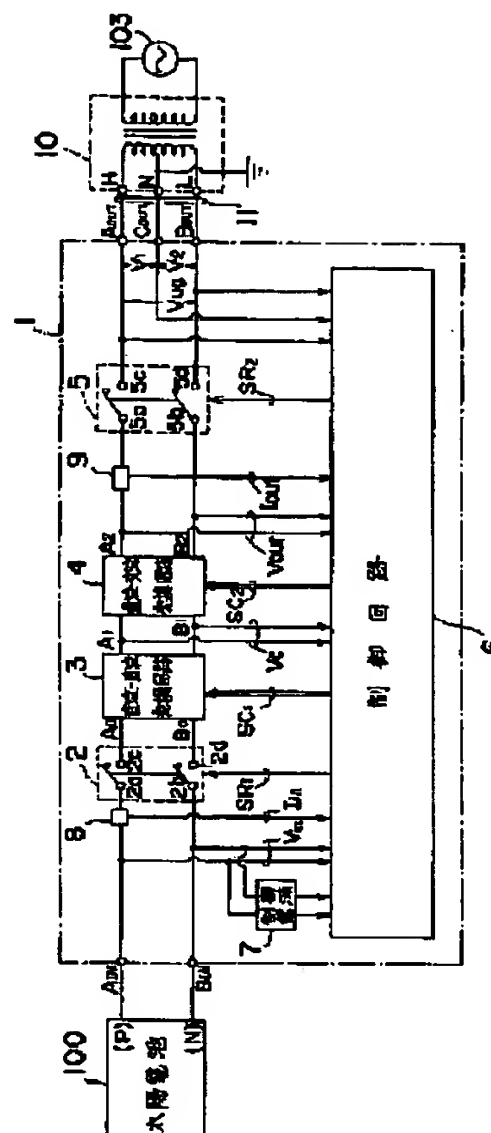
APPLICATION DATE : 11-08-95  
APPLICATION NUMBER : 07206048

APPLICANT : SHARP CORP;

INVENTOR : OKAMOTO MITSUHISA;

INT.CL. : G05F 1/67 H02H 3/20 H02J 3/46  
H02M 3/28 H02M 7/48

TITLE : LINKAGE TYPE POWER CONVERTING  
DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a linkage type power converting device which is small in size and light in weight and can effectively make good use of the maximum output electric power of a solar battery and protect a load connected to a system power distribution line against an overvoltage.

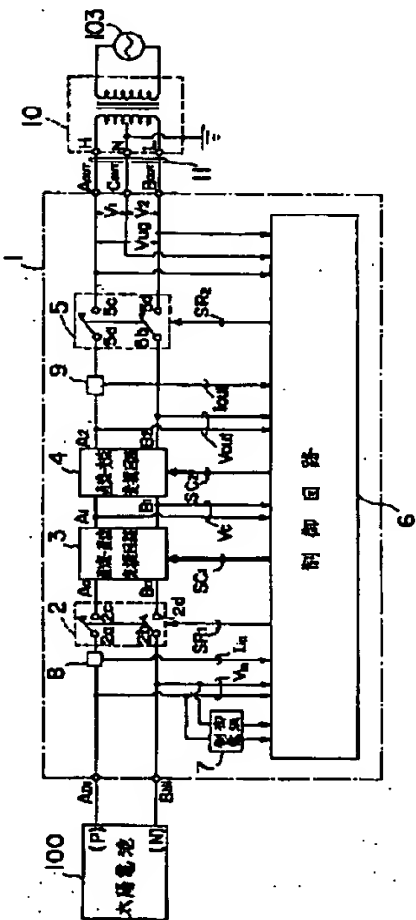
SOLUTION: This device is equipped with a DC-DC converting circuit 3 which inputs the DC output of the solar battery 100 and performs DC-DC conversion, a DC-AC converting circuit 4 which inputs the output of the DC-DC converting circuit and performs DC-AC conversion, and a control circuit 6, which computes the electric power of the DC output of the solar battery and controls the input impedance of the DC-DC converting circuit. Consequently, the maximum output of the solar battery 100 is inputted to the DC-DC converting circuit 3 and effectively used. Further, the device is reduced in size and made light in weight by using a high-frequency insulating transformer. Further, an overvoltage of the system power distribution line is detected and the operation of the device is stopped to protect the load connected to the system power distribution line against the overvoltage.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(51)Int.Cl. <sup>9</sup>		識別記号	庁内整理番号	F I		技術表示箇所
G 0 5 F	1/67		4237-5H	G 0 5 F	1/67	A
H 0 2 H	3/20			H 0 2 H	3/20	D
H 0 2 J	3/46		9470-5G	H 0 2 J	3/46	E
H 0 2 M	3/28			H 0 2 M	3/28	K
	7/48		9181-5H		7/48	F
審査請求   未請求   請求項の数 4   O L   (全 13 頁)   最終頁に続く						
(21)出願番号                      特願平7-206048				(71)出願人   000005049		
(22)出願日                        平成 7 年(1995) 8 月11日				シャープ株式会社		
				大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号		
				(72)発明者   岡本   光央		
				大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号   シ		
				ャープ株式会社内		
				(74)代理人   弁理士   藤本   博光		

(54)【発明の名称】    連系形電力変換装置

(57)【要約】  
【課題】    小型軽量に構成することができ、また、太陽電池の最大出力電力を有効に利用することができ、さらに、系統配電線に接続された負荷を過電圧から保護することのできる連系形電力変換装置を提供することを課題とする。  
【解決手段】    太陽電池100の直流出力を入力して直流-直流変換する直流-直流変換回路3と、この直流-直流変換回路の出力を入力して直流-交流変換する直流-交流変換回路4と、制御回路6とを備え、制御回路は太陽電池の直流出力の電力を演算し、この演算結果に基づいて直流-直流変換回路の入力インピーダンスを制御する。これより、直流-直流変換回路に太陽電池の最大出力を入力し、有効に利用する。また、高周波絶縁変圧器を用いて、装置の小型軽量化を図る。さらに、系統配電線の過電圧を検出して装置の運転を停止することにより、系統配電線に接続された負荷をこの過電圧から保護する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 太陽電池の直流出力を入力して直流-直流変換する直流-直流変換回路と、前記直流-直流変換回路の出力を入力して直流-交流変換する直流-交流変換回路と、制御回路とを備え、前記制御回路は前記太陽電池の直流出力の電力を演算し、この演算結果に基づいて前記直流-直流変換回路の入力インピーダンスを制御することを特徴とする連系形電力変換装置。

【請求項2】 直流-直流変換回路は太陽電池の出力を入力して高周波電力に変換して出力するスイッチング回路と、前記スイッチング回路の出力を入力する高周波絶縁変圧器と、前記高周波絶縁変圧器の出力を入力して整流する整流回路とを備え、前記スイッチング回路の導通時間が前記制御回路により制御されてその入力インピーダンスが制御されることを特徴とする請求項1記載の連系形電力変換装置。

【請求項3】 制御回路は、太陽電池の出力電力が直流-直流変換回路の許容入力を超える場合に、前記直流-直流変換回路の入力が前記直流-直流変換回路の許容入力電流及び許容入力電力を超えない範囲で前記直流-直流変換回路の入力インピーダンスを制御することを特徴とする請求項1記載の連系形電力変換装置。

【請求項4】 制御回路は、系統配電線の電圧又はその周波数を検出する検出手段を備え、前記検出手段により検出された結果に基づいて、前記制御回路がその運転を制御する1又は2以上の要素回路の運転を一時的に停止することを特徴とする請求項1記載の連系形電力変換装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、住宅に設置された太陽光発電システムにおいて、太陽電池の直流出力を交流電力に変換して、系統配電線に逆潮流する連系形電力変換装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、太陽光発電システムにおいて、太陽電池により発電された直流電力を系統配電線に供給する場合、連系形電力変換回路により太陽電池の直流電力を系統配電線側の電圧及び周波数に協調した電力に変換して供給している。

【0003】図10は、従来の連系形電力変換装置101が適用された太陽光発電システムを表すシステムブロック図である。太陽電池100の出力電極(+及び-)P及びNは連系形電力変換装置101の入力に接続され、連系形電力変換装置101の出力は連系保護装置102を介して系統電源103から給電される系統配電線106に接続されている。連系保護装置102は、連系形電力変換装置101と系統配電線106との間の保護協調を行う目的で設置されており、また、連系形電力変換装置101に内蔵されたものもある。

【0004】ここで、従来の連系形電力変換装置101は、太陽電池100で発電された直流電力を交流電力に変換する直流-交流変換回路104と、この直流-交流変換回路104の交流出力を変圧して系統配電線との混触を防止する商用絶縁変圧器105から構成されている。この商用絶縁変圧器105は大型の重量物であり、直流-交流変換回路104とは独立して連系形電力変換装置101に内蔵されている。連系形電力変換装置101により変換して得られた交流電力は、連系保護装置102を介して、系統電源103から給電されている系統配電線106に逆潮流して給電するものとなっている。

【0005】また、特開平2-81107号公報に開示されているように、大型の重量物である商用絶縁変圧器105に代えて、高周波絶縁変圧器 $T_2$ を用いることにより、装置の小型軽量化を図ったものが知られている。図11は、この高周波絶縁変圧器 $T_2$ を用いて構成された連系形電力変換装置111を太陽光発電システムに適用したシステムブロック図である。この連系形電力変換装置111は、太陽電池100の直流出力を直流-直流変換器112により電圧変換し、さらに直流-交流変換器113により交流電力に変換して、系統配電線106側の電圧及び周波数と協調した電力に変換して出力するものとなっている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したような大型で重量物の商用絶縁変圧器を用いた従来の連系形電力変換装置101では装置の小型軽量化が困難であるという問題があった。

【0007】また、これに対して、特開平2-81107号公報に開示されている連系形電力変換装置111は、装置の小型軽量化には有効ではあるが、太陽電池100の出力電圧を一定とするため、受光日照強度又は太陽電池素子温度により変動する太陽電池100の最大出力電力を取り出すことができず、太陽電池100により発電された電力を有効に利用することができないという問題があった。

【0008】また、系統配電線106との連系運転時における保護協調のためには連系保護装置102は不可欠であり、これも装置の小型化、低コスト化の障害となっていた。

【0009】さらに、例えば単相2線式200V出力の連系形電力変換装置を単相3線式200V/100V配電線の200V側に連系する場合、連系形電力変換装置と系統配電線との間に接続された開閉器(例えば、配電盤の漏電遮断器等)が解放された時、単相3線式200V/100V配電線の100V側に接続された負荷に、連系形電力変換装置側からの電力により過電圧が印加される場合がある。この過電圧から負荷を保護するため、過電圧保護継電器を連系形電力変換装置の出力部に設ける必要があった。

【0010】本発明は、かかる問題に鑑みてなされたものであり、小型軽量に装置を構成することができ、また、太陽電池の最大出力電力を有効に利用することができ、さらに、系統配電線に接続された負荷を過電圧から保護することのできる連系形電力変換装置を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明は次の構成を有する。

【0012】請求項1記載の発明に係る連系形電力変換装置は、太陽電池の直流出力を入力して直流-直流変換する直流-直流変換回路と、前記直流-直流変換回路の出力を入力して直流-交流変換する直流-交流変換回路と、制御回路とを備え、前記制御回路は前記太陽電池の直流出力の電力を演算し、この演算結果に基づいて前記直流-直流変換回路の入力インピーダンスを制御するように構成されている。

【0013】請求項2記載の発明に係る連系形電力変換装置は、請求項1記載の発明に係る連系形電力変換装置の直流-直流変換回路が、太陽電池の出力を入力して高周波電力に変換して出力するスイッチング回路と、前記スイッチング回路の出力を入力する高周波絶縁変圧器と、前記高周波絶縁変圧器の出力を入力して整流する整流回路とを備えるものであり、前記スイッチング回路の導通時間が前記制御回路により制御されてその入力インピーダンスが制御されるように構成されている。

【0014】請求項3記載の発明に係る連系形電力変換装置は、請求項1記載の発明に係る連系形電力変換装置の制御回路が、太陽電池の出力電力が直流-直流変換回路の許容入力を超える場合に直流-直流変換回路の入力が前記直流-直流変換回路の許容入力電流及び許容入力電力を超えない範囲で直流-直流変換回路の入力インピーダンスを制御するように構成されている。

【0015】請求項4記載の発明に係る連系形電力変換装置は、請求項1記載の発明に係る連系形電力変換装置の制御回路が、中性線に対する系統配電線の電圧又はその周波数を検出する検出手段を備えるものであり、検出手段により検出された結果に基づいて、制御回路がその運転を制御する1又は2以上の要素回路の運転を一時的に停止するように構成されている。

【0016】請求項1記載の発明に係る連系形電力変換装置によれば、太陽電池側からみて出力負荷となる直流-直流変換回路の入力インピーダンスが変化すれば、太陽電池の出力電圧が変化し、太陽電池の出力電力はその特性曲線に沿って変化する。制御部は太陽電池の出力電力を演算して、太陽電池の出力が最大電力となるように直流-直流変換回路の入力インピーダンスを制御する。

【0017】請求項2記載の発明に係る連系形電力変換装置によれば、太陽電池の出力負荷となるスイッチング回路の導通時間を制御することにより、このスイッチン

グ回路を流れる電流量が制御される。この結果、直流-直流変換回路の入力インピーダンス（太陽電池の負荷特性）が制御される。

【0018】請求項3記載の発明に係る連系形電力変換装置によれば、制御回路は、太陽電池の出力電力が直流-直流変換回路の許容入力を超える場合に、直流-直流変換回路の入力が直流-直流変換回路の許容入力電流及び許容入力電力を超えない範囲で直流-直流変換回路の入力インピーダンスを増加させる。これにより、太陽電池の出力点は最大出力点を含む高出力領域からはずれ、直流-直流変換回路に入力される電力が制限される。

【0019】請求項4記載の発明に係る連系形電力変換装置によれば、制御回路は、系統配電線の電圧又はその周波数を検出し、直流-直流変換回路等の運転を一時的に停止して、連系形電力変換装置を保護する。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は、実施形態に係る連系形電力変換装置1が設けられた太陽光発電システムの構成を表すシステムブロック図である。

【0021】連系形電力変換装置1は、太陽電池100で発電された直流出力を单相2線式200V ( $V_{ug}$ ) の交流電力に変換し、その出力を单相3線式200V/100V系統配電線11の200Vに接続して連系運転を行うものとなっている。

【0022】この单相3線式系統配電線11には系統電源103から給電された電力が柱上変圧器10により100Vと200Vに変圧されて給電されている。すなわち、柱上変圧器10の中性点端子Nは接地され、この中性点端子Nと出力端子Hとの間には100V ( $V_1$ ) が出力されている。また、中性点端子Nと出力端子Lとの間にも100V ( $V_2$ ) が出力され、端子Hと出力端子Lとの間には200V ( $V_{ug}$ ) が出力されるものとなっている。

【0023】また、連系形電力変換装置1の出力端子A<sub>OUT</sub>とB<sub>OUT</sub>との間には、連系形電力変換装置1の出力として200V ( $V_{ug}$ ) が現れており、これら出力端子A<sub>OUT</sub>及びB<sub>OUT</sub>は系統配電線11を介して柱上変圧器10の200V出力端子である端子H及びLと接続されている。

【0024】このように太陽光発電システムに組み込まれた連系形電力変換装置1の構成について以下に説明する。連系形電力変換装置1は入力リレー2、直流-直流変換回路3、直流-交流変換回路4及び連系リレー5の各要素回路により構成される主回路（符号なし）と、この主回路を制御する制御回路6と、直流-直流変換回路3の入力電流  $I_{in}$  及び直流-交流変換回路4の出力電流  $I_{out}$  をそれぞれ検出するための電流センサー8及び9と、太陽電池から出力される電力の一部を入力して制御回路6の動作電力を生成する制御電源7とから構成され

ている。

【0025】以下、さらに構成を詳述する。先ず、太陽電池100の出力が接続される一対の入力端子 $A_{IN}$ 及び $B_{IN}$ には入力リレー2の入力端子2a及び2bが接続され、このリレー2の出力端子2c, 2dは接続点 $A_0$ ,  $B_0$ を介して直流-直流変換回路3の入力に接続される。また、入力端子 $A_{IN}$ 及び $B_{IN}$ には制御電源7の入力が接続されて、この制御電源7の出力は制御回路6にその動作電源として与えられる。一方、直流-直流変換回路3の出力は、接続点 $A_1$ 及び $B_1$ を介して直流-交流変換回路4の入力に接続され、直流-交流変換回路4の出力は接続点 $A_2$ 及び $B_2$ を介して連系リレー5の入力端子5a, 5bに接続される。そして、この連系リレー5の出力端子5c, 5dは、この連系形電力変換装置1の出力端子である端子 $A_{OUT}$ 及び $B_{OUT}$ にそれぞれ接続される。

【0026】なお、入力端子 $A_{IN}$ と入力リレー2の端子2aとの間には、直流-直流変換回路3に入力される電流 $I_{in}$ を検出するための電流センサー8が設けられ、また、直流-交流変換回路4の出力（接続点 $A_2$ 側）と連系リレー5の入力端子5aとの間には、直流-交流変換回路4から出力される電流 $I_{out}$ を検出するための電流センサー9が設けられている。

【0027】これら電流センサー8及び9により検出された電流 $I_{in}$ 及び $I_{out}$ は制御回路6に情報として与えられる。また、制御回路6には、太陽電池100から直流-直流変換回路3に入力される電圧 $V_{in}$ 、直流-直流変換回路3の出力電圧 $V_c$ 、直流-交流変換回路4の出力電圧 $V_{out}$ 及びこの連系形電力変換装置1の出力端子 $A_{OUT}$ ,  $B_{OUT}$ が接続される単相3線式系統配電線11の電圧 $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_{ug}$ が情報として与えられる。そして、これらの情報に基づいて、制御回路6は、リレー制御信号 $SR_1$ 及び $SR_2$ をそれぞれ入力リレー2及び連系リレー5に与え、ドライブ信号 $SC_1$ 及び $SC_2$ をそれぞれ直流-直流変換回路3及び直流-交流変換回路4に与える。

【0028】ここで、制御回路6は、後述する以下の5つの制御機能を有する。すなわち、第1に入力リレー2の解列制御機能、第2に直流-直流変換回路3の入力インピーダンス制御機能、第3に直流-交流変換回路4の出力電流 $I_{out}$ 制御、第4に連系リレー5の解列制御機能、第5に系統配電線の電圧又は周波数の異常を検出してこの連系形電力変換回路1の電力変換動作を停止する機能である。これら機能及びそれを達成する回路構成の詳細については後述する動作の説明で併せて述べる。

【0029】図2は、直流-直流変換回路3の構成を表す回路図である。接続点 $A_0$ ,  $B_0$ には、コンデンサ $C_1$ により構成される入力フィルタ30を介して、スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ により構成されるフルブリッジ形スイッチング回路31の入力が接続される。このスイッチング回路31の出力は高周波絶縁変圧器 $T_1$ に入力され

る。この高周波絶縁変圧器 $T_1$ の出力は整流器 $D_1 \sim D_4$ から構成されるフルブリッジ形整流回路32に入力され、このフルブリッジ形整流回路32の出力は、平滑用コイル $L_1$ 及び平滑用コンデンサ $C_2$ から構成される出力平滑回路33を経て、接続点 $A_1$ 及び $B_1$ に与えられる。

【0030】図3は、直流-交流変換回路4の構成を表す回路図である。接続点 $A_1$ 及び $B_1$ には、スイッチング素子 $Q_{11} \sim Q_{14}$ から構成されるフルブリッジ形スイッチング回路34の入力が接続され、このフルブリッジ形スイッチング回路34の出力はコイル $L_{11}$ ,  $L_{12}$ 及びコンデンサ $C_{11}$ から構成される出力フィルタ35を介して接続点 $A_2$ 及び $B_2$ に与えられる。

【0031】なお、スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ 及び $Q_{11} \sim Q_{14}$ は、例えばバイポーラトランジスタ、電界効果型トランジスタ、パワートランジスタ等の素子を用いて構成される。

【0032】このように構成された連系形電力変換装置1の動作について、以下に説明する。先ず、太陽電池100は太陽光に励起されて直流電力をその電極（+及び-）P及びNに出力する。そして、この出力電力は入力端子 $A_{IN}$ 及び $B_{IN}$ を介して連系形電力変換装置1に入力される。入力リレー2は、制御電源7により制御回路6に給電される電源出力が確立して制御回路6が起動した後、この制御回路6から出力される信号 $SR_1$ に制御されて投入される（制御回路6の第1の機能）。入力リレー2が投入されると、太陽電池100の出力はリレー2を介して直流-直流変換回路3に入力される。

【0033】直流-直流変換回路3に入力された太陽電池100の出力は、入力フィルタ30を経てフルブリッジ形スイッチング回路31に入力される。フルブリッジ形スイッチング回路31を構成するスイッチング素子 $Q_1$ ,  $Q_4$ 及び $Q_2$ ,  $Q_3$ の2組のスイッチング素子対は後述する信号 $S_{14}$ ,  $S_{23}$ により交互に導通をスイッチング制御されて高周波電力を生成する。この高周波電力は高周波絶縁変圧器 $T_1$ に入力されて、これを励磁する。そして、高周波絶縁変圧器 $T_1$ からは変圧された高周波電力が出力され、この出力を整流回路32により全波整流し、さらに出力平滑回路33を経て再度直流電力に変換される。

【0034】ここで、フルブリッジ形スイッチング回路31のスイッチング周波数を可聴周波数帯域以上の20キロヘルツ前後として、その1周期におけるスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ の導通時間の割合（＝デューティ比）を変化させると、このスイッチング回路31を流れる電流量を変化させることができる。すなわち、太陽電池100側から見ると、直流-直流変換回路3の入力インピーダンスが変化する結果となる。

【0035】このことを踏まえて、次に直流-直流変換回路3が太陽電池の最大出力電力を追尾して入力する動作について説明する。図4は太陽電池の出力電圧-電流



特性曲線 (I) 及び直流-直流変換回路3の入力電圧-電流特性 (II) を重ねて表した線図である。直流-直流変換回路3の入力電圧-電流特性 (II) を表す直線の傾きは、直流-直流変換回路3の入力インピーダンスを表すことから、以下の説明では、直流-直流変換回路3の入力電圧-電流特性 (II) を入力インピーダンス特性とすることとする。

【0036】図4の曲線で表される出力電圧-電流特性 (I) を有する太陽電池100の出力に、図4の直線で表される入力インピーダンス特性 (II) を有する直流-直流変換回路3の入力を接続すると、太陽電池100の出力電力 (即ち、直流-直流変換回路3の入力電力) は、これら2つの特性線の交点Pで定まる電圧と電流との積から求められる電力となる。換言すると、直流-直流変換回路3の入力インピーダンスを変化させることにより、太陽電池100から連系形電力変換回路1に入力される電力を制御することができる。

【0037】直流-直流変換回路3の太陽電池最大出力電力追尾機能はこの点に着目したものであり、太陽電池100の出力電圧及び電流 (即ち、直流-直流変換回路3の入力電圧 $V_{in}$ 及び電流 $I_{in}$ ) を随時モニタして、太陽電池100の出力電圧と出力電流の積が最大となるように、制御回路6が直流-直流変換回路3の入力インピーダンスを制御する (制御回路6の第2の機能) ものである。

【0038】ここで、制御回路6の第2の制御機能である直流-直流変換回路3の入力インピーダンス制御について説明する。図5は、制御回路6に組み込まれた入力インピーダンス制御部の回路ブロック図であり、また、図6は、この入力インピーダンス制御部を構成するMPU21の動作を表したフローチャートである。

【0039】太陽電池100の出力、即ち直流-直流変換回路3の入力電圧 $V_{in}$ 及び電流 $I_{in}$ は、A/Dコンバータ20によりデジタル量に変換されて、MPU21に入力される。MPU21に入力された入力電圧 $V_{in}$ 及び電流 $I_{in}$ は、それぞれ変数V及びIに格納される (ステップS12a及びS12b)。MPU21は、これら変数V及びIの積を演算して電力 $P_2$ を求め (ステップS13)、前回の電力演算結果 $P_1$ と大小を比較する (ステップS14)。なお、初期状態においては、前回の電力演算結果を格納する変数 $P_1$ にはゼロが格納されており (ステップS11)、また、後述する制御電圧信号 $S_t$ にも直流-直流変換回路3の初期の入力インピーダンスが無限大となるようにゼロが格納されている (ステップS11)。

【0040】前記比較の結果、今回演算した電力 $P_2$ の方が大きい場合には (ステップS14, Yes)、制御電圧信号 $S_t$ を微小増加させる (ステップS15a)。また、逆に、今回演算した電力 $P_2$ の方が小さい場合には (ステップS14, No)、制御電圧信号 $S_t$ を微小

減少させる (ステップS15b)。

【0041】そして、前回の電力演算結果を格納する変数 $P_1$ の内容を今回演算した電力 $P_2$ の内容に更新して (ステップS16)、次にモニタされる入力電圧 $V_{in}$ 及び電流 $I_{in}$ の入力を待つ。

【0042】D/Aコンバータ22は、電力 $P_2$ と $P_1$ の大小比較結果に基づいて更新される制御電圧信号 $S_t$ をアナログ量に変換してコンパレータ24の一方の入力に出力する。また、コンパレータ24の他方の入力には三角波信号発生回路23から三角波信号が基準信号として与えられる。そして、コンパレータ24はこの基準信号とアナログ量に変換された制御電圧信号 $S_t$ とを比較してPWM (Pulse Width Modulation) 波であるクロック信号を生成する。パルス分配器25はこのクロック信号を入力して、クロック信号 $S_{14}$ 及び $S_{23}$ を生成する。これらクロック信号 $S_{14}$ 及び $S_{23}$ は制御電圧信号 $S_t$ の大きさに応じたデューティ比を有するものとなる。そして、クロック信号 $S_{14}$ はスイッチング素子 $Q_1$ 及び $Q_4$ の導通を、また、クロック信号 $S_{23}$ はスイッチング素子 $Q_2$ 及び $Q_3$ の導通を制御する。

【0043】なお、パルス分配器25は、クロック信号 $S_{14}$ と $S_{23}$ を生成する際に、それぞれの信号のデューティ比は同一であるが、スイッチング素子 $Q_1$ 、 $Q_4$ 及び $Q_2$ 、 $Q_3$ の2組のスイッチング素子対が同時に導通しないように、クロック信号 $S_{14}$ と $S_{23}$ との間に一定の位相差を設けるものとなっている。

【0044】本実施の形態の場合、クロック信号 $S_{14}$ 、 $S_{23}$ がハイレベル (H) のときに、それぞれのクロック信号に制御されてスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ が導通するので、デューティ比が信号のハイレベルの期間の割合を表現したものであるとすれば、クロック信号 $S_{14}$ 及び $S_{23}$ のデューティ比の増加は、直流-直流変換回路3の入力インピーダンスの減少をもたらす。

【0045】前述したように、初期状態において、直流-直流変換回路3の入力インピーダンスは無限大となるように設定されている。また、図4から理解されるように、この初期状態において、直流-直流変換回路3に流れ込む電流はゼロであり、太陽電池100から直流-直流変換回路3に入力される電力もゼロである。このことから、制御回路6が動作した直後は、直流-直流変換回路3の入力インピーダンスは無限大から徐々に減少するように制御される。この入力インピーダンスの減少に伴って、太陽電池100の出力電力、即ち直流-直流変換回路3に入力される電力は増加して、太陽電池最大出力電力点 $P_{max}$ に到達する。

【0046】さらに、直流-直流変換回路3の入力インピーダンスは減少するように制御されるが、太陽電池最大出力電力点 $P_{max}$ を過ぎると、太陽電池100の出力は低下を始めるので、制御回路6は制御電圧信号 $S_t$ を微増させ、直流-直流変換回路3に入力される電力が太

陽電池最大出力電力点 $P_{max}$ に留まるように直流-直流変換回路3の入力インピーダンスを制御する。

【0047】上述したような制御回路6による直流-直流変換回路3の入力インピーダンス制御動作により、太陽電池最大出力電力追尾機能の実現されている。なお、直流変換回路3は、太陽電池最大出力電力点追尾機能の他、太陽電池100側と系統配電線11側とを絶縁する機能をも有するものとなっている。

【0048】ここで、太陽電池100から入力される電力が、連系形電力変換装置1の許容入力を超える場合の動作について説明する。図9は、連系形電力変換装置1に入力可能な電力範囲と、連系形電力変換装置1に入力される電力がその入力可能な電力範囲を超える場合の太陽電池最大出力電力点追尾機能を説明するための線図である。

【0049】太陽電池100から連系形電力変換装置1に入力される電力は、連系形電力変換装置1を構成する回路素子の性能上の制約から、回路定格入力電力(IV)を超えることは禁止される。また、連系形電力変換装置1を構成する回路動作上の制約から、連系形電力変換装置1は一定の入力電圧範囲を有する。さらに、図4から理解されるように、太陽電池100の出力電流は定格太陽電池短絡電流 $I_s$ を超えることはないので、太陽電池100の出力電力はこの定格短絡電流 $I_s$ で定められる電力(III)を超えることはない。以上の3つの制約から、連系形電力変換装置1の入力電力範囲(図9の斜線領域)が定められる。したがって、太陽電池100の出力電力-電圧特性(V)がこの範囲内に存在する場合に、太陽電池の最大出力点の追尾が可能となる。また、太陽電池の素子温度が上昇して、太陽電池の最大出力点の電圧が低下したとしても、特性曲線(VI)がこの範囲内にあれば、この特性曲線(VI)に沿った太陽電池の最大出力点の追尾が可能となる。

【0050】しかし、図9の特性曲線(VII)に示すように、連系形電力変換装置1に入力される電力がその入力許容範囲を超えることとなった場合には、制御回路6は直流-直流変換回路3の入力インピーダンスを増加させて、太陽電池の最大出力電力点 $P_{max}$ の追尾を停止し、その入力電力点を $A_a$ から $A_b$ に移動させる。この結果、太陽電池100から直流-直流変換回路3に入力される電力は制限されて、連系形電力変換装置1は過剰入力電力による破壊から保護される。

【0051】次に、直流-直流変換回路3の直流出力電圧 $V_c$ を入力する直流-交流変換回路4の動作について説明する。直流-直流変換回路3の直流出力電圧 $V_c$ は、接続点 $A_1$ 及び $B_1$ を介して直流-交流変換回路4のフルブリッジ形スイッチング回路34に入力されて交流電力に変換される。この交流電力は、さらに出力フィルタ35で不要な周波数成分を除去され、接続点 $A_2$ 及び $B_2$ を介して出力される。

【0052】ここで、直流-直流変換回路3の出力電圧 $V_c$ は次式(1)で求められ、太陽電池100の出力特性上、出力開放電圧側から最大出力点の前後までの領域において、ほぼ定電圧特性を示す。

【0053】

$$V_c = V_{IN} \times D \times N2 / N1 \quad \dots \dots (1)$$

ただし、 $D$ ；デューティ比

$N1$ ；高周波絶縁変圧器 $T_1$ の1次側巻線数

$N2$ ；高周波絶縁変圧器 $T_1$ の2次側巻線数

【0054】これより、この領域において、スイッチング回路31の導通を制御する信号 $S_{14}$ 及び $S_{23}$ のデューティ比 $D$ の増加量に対する入力電圧 $V_{in}$ の減少量は僅かである。従って、直流-直流変換回路3の出力が無負荷(即ち、出力開放)の場合、出力電圧 $V_c$ は、高周波絶縁変圧器 $T_1$ の変圧比に応じて上昇することとなる。

【0055】しかし、直流-交流変換回路4の入力インピーダンスが直流-直流変換回路3の出力負荷として機能し、直流-直流変換回路3の出力電圧 $V_c$ が予め設定した電圧 $V_{CONST}$ を超えないように、制御回路6が直流-交流変換回路4の出力電流 $I_{out}$ を制御する。すなわち、直流-交流変換回路4は、その入力電流を出力電流 $I_{out}$ として放出する量を制御回路6により制御することにより、電圧 $V_c$ を定電圧に保つように動作する。この制御回路6の電流 $I_{out}$ 制御機能が、後述する制御回路6の第3の制御機能である。

【0056】ここで、電圧 $V_{CONST}$ は、直流-交流変換回路4の出力電圧が連系配電線側の電圧と協調するように設計されて定められる値である。このように電圧 $V_c$ を一定に制御する結果、連系型電力変換回路1の出力電圧を一定に保持することができ、系統配電線側の電圧との協調が可能となる。

【0057】ここで、制御回路6の第3の制御機能である電流 $I_{out}$ 制御機能について説明する。直流-交流変換回路4から電流 $I_{out}$ として放出する電流量の調整は、フルブリッジ形スイッチング回路34を構成するスイッチング素子 $Q_{11} \sim Q_{14}$ が導通する時間を制御回路6により制御されて実現される。

【0058】図7は、制御回路6に組み込まれた電流 $I_{out}$ 制御部の回路ブロック図であり、図8は、この電流 $I_{out}$ 制御部を構成するMPU51の動作を表したフローチャートである。

【0059】この出力電流 $I_{out}$ を制御する動作もまた、直流-直流変換回路3における入力インピーダンス制御の原理と同様である。以下に説明する。制御回路6に情報として入力された直流-直流変換回路3の出力電圧 $V_c$ は、 $A/D$ コンバータ50によりデジタル量に変換されてMPU51に入力される。MPU51に入力された電圧 $V_c$ の情報は、変数 $VC_2$ に格納される(ステップS22)。MPU51は、変数 $VC_2$ の内容と予め設定された電圧 $V_{min}$ との大小を比較する(ステップS2

3)。この電圧 $V_{\min}$ は、電圧 $V_c$ の取り得る最小電圧であり、電圧 $V_c$ が前述した $V_{\text{CONST}}$ を超えないように定められる。

【0060】前記比較の結果、変数 $VC_2$ の内容が予め設定された電圧 $V_{\min}$ を超えていないと判断されると（ステップS23, No）、制御電圧信号 $S_a$ にゼロがリセットされて（ステップS24）、次にモニタされる電圧 $V_c$ の入力を待つ。また、変数 $VC_2$ の方が $V_{\min}$ より大きいと判断されると（ステップS23, Yes）、さらに変数 $VC_2$ は前回の電圧 $V_c$ のモニタ値が格納された変数 $VC_1$ と大小が比較される（ステップS25）。前記比較の結果、変数 $VC_2$ の方が大きいと判断されると（ステップS25, Yes）、制御電圧信号 $S_a$ は微小増加される（ステップ26a）。逆に、小さいと判断されると、微小減少される（ステップS26b）。

【0061】そして、前回のモニタ結果を格納する変数 $VC_1$ の内容を今回モニタした結果を格納する変数 $VC_2$ の内容に更新して（ステップS27）、次にモニタされる電圧 $V_c$ の情報の入力を待つ。

【0062】なお、初期状態においては、前回モニタされた電圧 $V_c$ の情報を格納する変数 $VC_1$ にはゼロが格納されており（ステップS21）、また、制御電圧信号 $S_a$ は直流-交流変換回路4の入力インピーダンスが無限大となるようにゼロがセットされている（ステップS21）。

【0063】D/Aコンバータ52は、電圧 $VC_1$ と $VC_2$ の大小比較結果に基づいて更新される制御電圧信号 $S_a$ をアナログ量に変換して、混合器58に与える。

【0064】一方、基準正弦波信号生成回路54は、直流-交流変換回路4の出力電圧 $V_{\text{out}}$ を情報として入力し、基準正弦波信号を生成する。この基準正弦波信号とアナログ量に変換された制御電圧信号 $S_a$ とは混合器58により混合されて、直流-交流変換回路4の出力電流 $I_{\text{out}}$ の情報を他方の入力とする誤差増幅器55の一方の入力に与えられる。このようにして誤差増幅器55から得られる出力信号は、連系形電力変換装置1の出力電流波形が正弦波となるように生成されるものとなっている。

【0065】コンパレータ56は三角波信号発生回路53から出力される三角波信号を誤差増幅器55の出力信号と比較してPWM (Pulse Width Modulation)波であるクロック信号を生成し、パルス分配器57はこのクロック信号を入力して、クロック信号 $S_{114}$ 及び $S_{123}$ を生成する。このようにして生成された信号 $S_{114}$ 及び $S_{123}$ は制御電圧信号 $S_a$ の大きさに応じたデューティ比を有するものとなる。そして、制御電圧信号 $S_a$ の増減に応じてスイッチング回路34の導通時間が制御され、出力電流 $I_{\text{out}}$ が増減する。これらクロック信号 $S_{114}$ 及び $S_{123}$ によるスイッチング回路34の駆動はスイッチング回路31と同様であるので、その説明を割愛する。

【0066】なお、クロック信号 $S_{114}$ 及び $S_{123}$ の周波数は、この連系形電力変換装置1から出力される電力が系統配電線11側と協調する周波数成分を有するように定められる。

【0067】このように、制御回路6は電圧 $V_c$ の増減をモニタして電流 $I_{\text{out}}$ を調整する。この結果、直流-交流変換回路4は、電圧 $V_c$ が電圧 $V_{\min}$ と電圧 $V_{\text{CONST}}$ との間のほぼ一定の電圧に保持されるように動作する。これにより、直流-交流変換回路4は、系統配電線11側の電圧と協調した出力電圧 $V_{\text{out}}$ を保持しつつ、連系リレー5を介して出力電流 $I_{\text{out}}$ を系統配電線11に供給する。

【0068】ここで、連系リレー5は、系統配電線11の電圧及び周波数が正常な状態で、かつ、直流-交流変換回路4の出力が確立した後に、制御回路6に制御されて投入される（制御回路6の第4の制御機能）。

【0069】以上により、太陽電池100で発電された直流出力は、系統配電線側の電力と電圧及び周波数が協調した交流電圧に変換されて、出力端子 $A_{\text{OUT}}$ 、 $B_{\text{OUT}}$ に現れることとなる。

【0070】次に、連系形電力変換装置1が、接続される系統配電線と協調して運転できない場合の動作の制御（制御回路6の第5の機能）について説明する。第1に、系統配電線の系統電圧及び周波数がそれぞれの整定値からはずれた場合について説明する。この場合、制御回路6は連系リレー5を解放すると共に、直流-直流変換回路3及び直流-交流変換回路4のスイッチング回路31及び34のスイッチング動作を停止し、連系形電力変換装置1を系統配電線11から解列して運転を停止するように制御する。

【0071】第2に、例えば電力変換装置1と系統配電線11との間に繋がれている遮断器等が解放状態となった場合について説明する。この場合、系統配電線11の $V_1$ 、 $V_2$ の各100V線間の負荷がアンバランスになっていると、この100V線に繋がれる負荷に過電圧が印加される。この過電圧による負荷の保護のため、制御回路6は系統配電線11の中性線に対する配電線の電圧（ $V_1$ 、 $V_2$ ）をモニタし、このモニタ電圧がある一定の値以上となったときに、制御回路6は連系リレー5を解放することにより連系形電力変換装置1を系統配電線11から解列し、直流-直流変換回路3及び直流-交流変換回路4のそれぞれのスイッチング回路31及び34のスイッチング動作を停止することにより、瞬間的に装置の運転を停止するように制御する。このように、制御回路6は、第5の制御機能として、系統配電線の電圧及び周波数をモニタして、連系形電力変換装置1の運転を停止する制御機能を有している。

【0072】

【発明の効果】請求項1及び2の連系形電力変換装置において、太陽電池の出力を直流-直流変換回路に入力



し、この直流-直流変換回路の入力インピーダンスを、太陽電池の最大出力電力が入力されるように制御するようにしたので、太陽電池の直流出力を効率良く交流電力に変換することができ、太陽電池の出力を有効に利用することができる。

【0073】また、請求項2の連系形電力変換装置において、商用絶縁変圧器に代えて、高周波絶縁変圧器を用いたので、装置の大幅な小型軽量化を図ることができる。

【0074】さらに、請求項3の連系形電力変換装置において、太陽電池から過電力が入力された場合、連系形電力変換装置の入力インピーダンスを増加させるようにしたので、連系形電力変換装置に入力される電力を制限することができ、過電力の入力による装置の破壊を防止することができる。

【0075】さらにまた、請求項4の連系形電力変換装置において、系統配電線と協調して連系運転を維持できない場合又は系統配電線に過電圧が発生した場合には、制御回路が装置の運転を停止するように制御するので、連系保護装置や過電圧保護継電器を設ける必要がなく、さらなる装置の小型軽量化、低コスト化を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用された太陽光発電システムの構成を表すシステムブロック図である。

【図2】直流-直流変換回路の構成を表す回路図である。

【図3】直流-交流変換回路の構成を表す回路図である。

【図4】太陽電池の出力電圧-電流特性曲線(I)及び直流-直流変換回路の入力電圧-電流特性(II)を重ねて表した線図である。

【図5】制御回路における入力インピーダンス制御部の回路ブロック図である。

【図6】MPU21の動作を表したフローチャートであ

る。

【図7】制御回路における電圧 $V_c$ 制御部の回路ブロック図である。

【図8】MPU51の動作を表したフローチャートである。

【図9】連系形電力変換装置の入力可能な電力範囲および太陽電池最大出力電力点追尾機能を説明するための線図である。

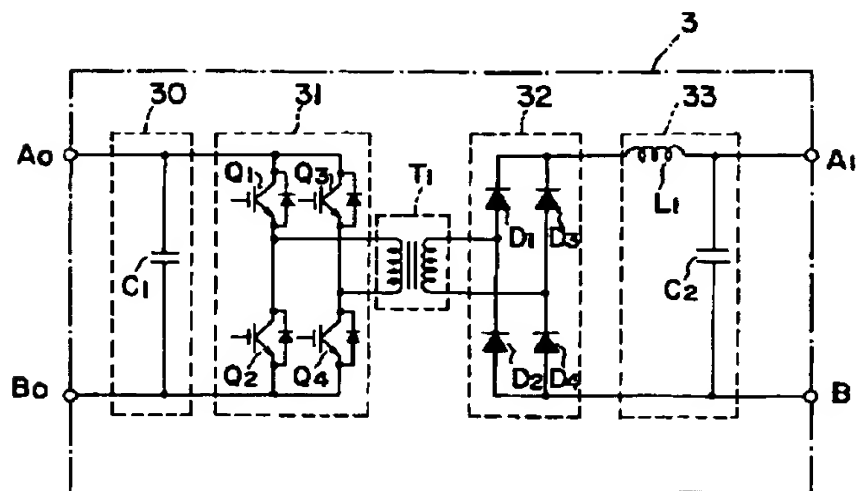
【図10】従来の連系形電力変換装置が適用された太陽光発電システムを表すシステムブロック図である。

【図11】高周波絶縁変圧器を用いて構成された従来の連系形電力変換装置が適用された太陽光発電システムを表すシステムブロック図である。

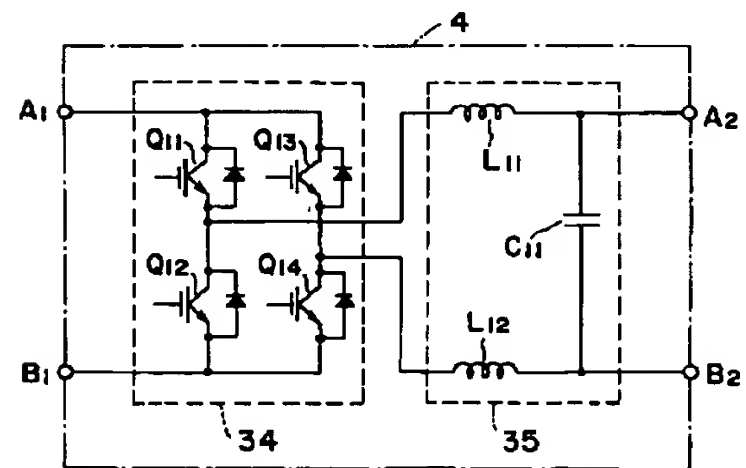
#### 【符号の説明】

- 1 連系形電力変換装置
- 2 入力リレー
- 3 直流-直流変換装置
- 4 直流-交流変換装置
- 5 連系リレー
- 6 制御回路
- 7 制御電源
- 8, 9 電流センサー
- 10 柱上変圧器
- 11 単相3線式系統配電線
- 30 入力フィルタ
- 31, 34 フルブリッジ形スイッチング回路
- 32 フルブリッジ形整流回路
- 33 出力平滑回路
- 35 出力フィルタ
- 103 系統電源
- $C_1 \sim C_2, C_{11}$  コンデンサ
- $D_1 \sim D_4$  整流器
- $L_1, L_{11}, L_{12}$  コイル
- $Q_1 \sim Q_4, Q_{11} \sim Q_{14}$  スwitching素子
- $T_1, T_2$  高周波絶縁変圧器

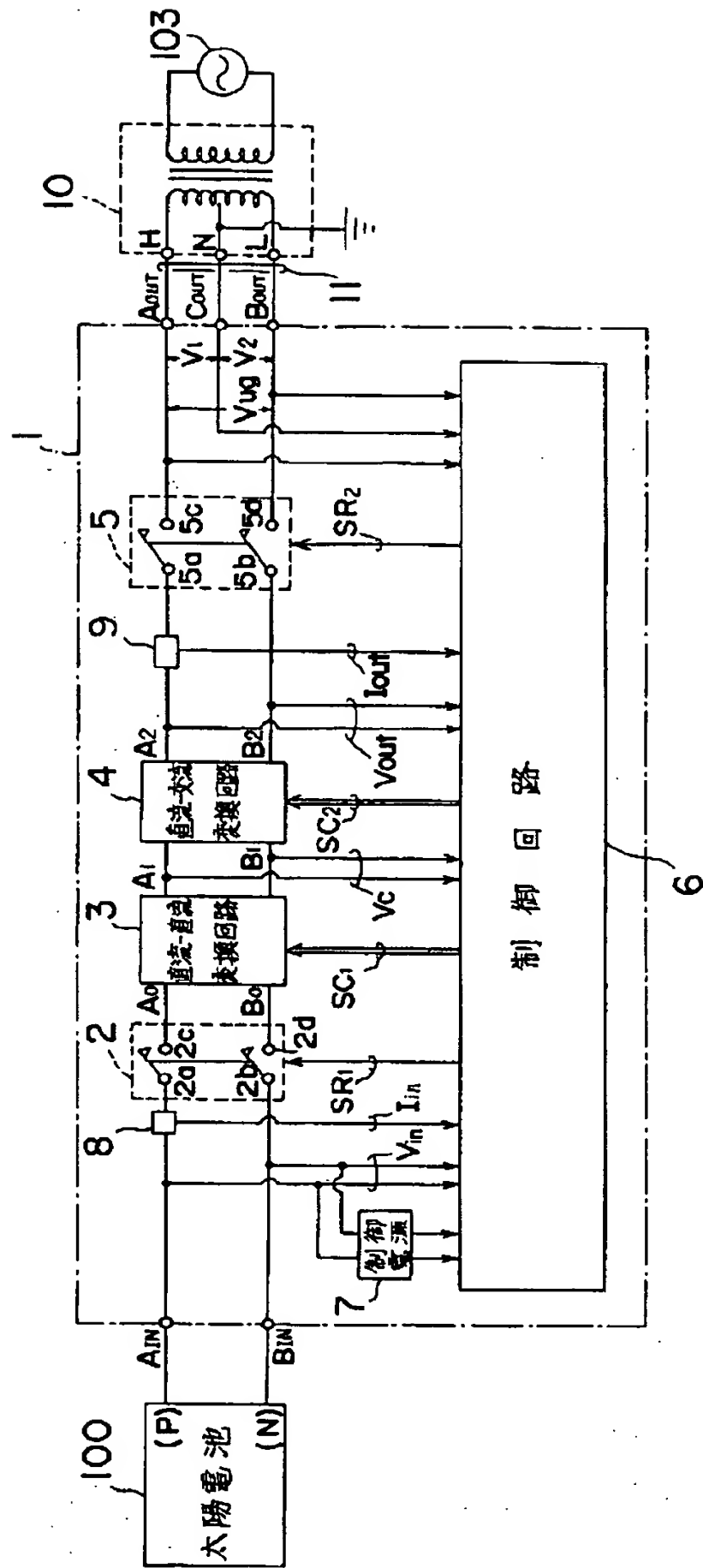
【図2】



【図3】

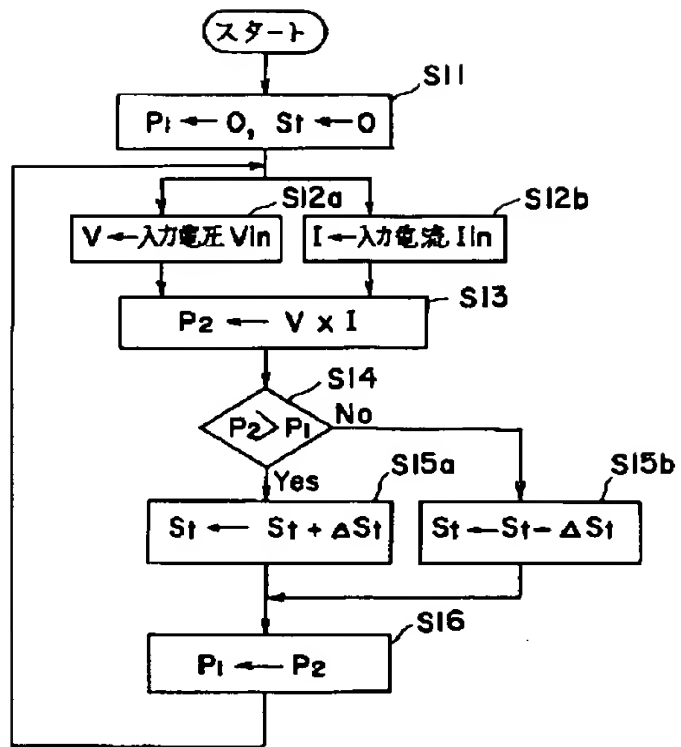


【図1】

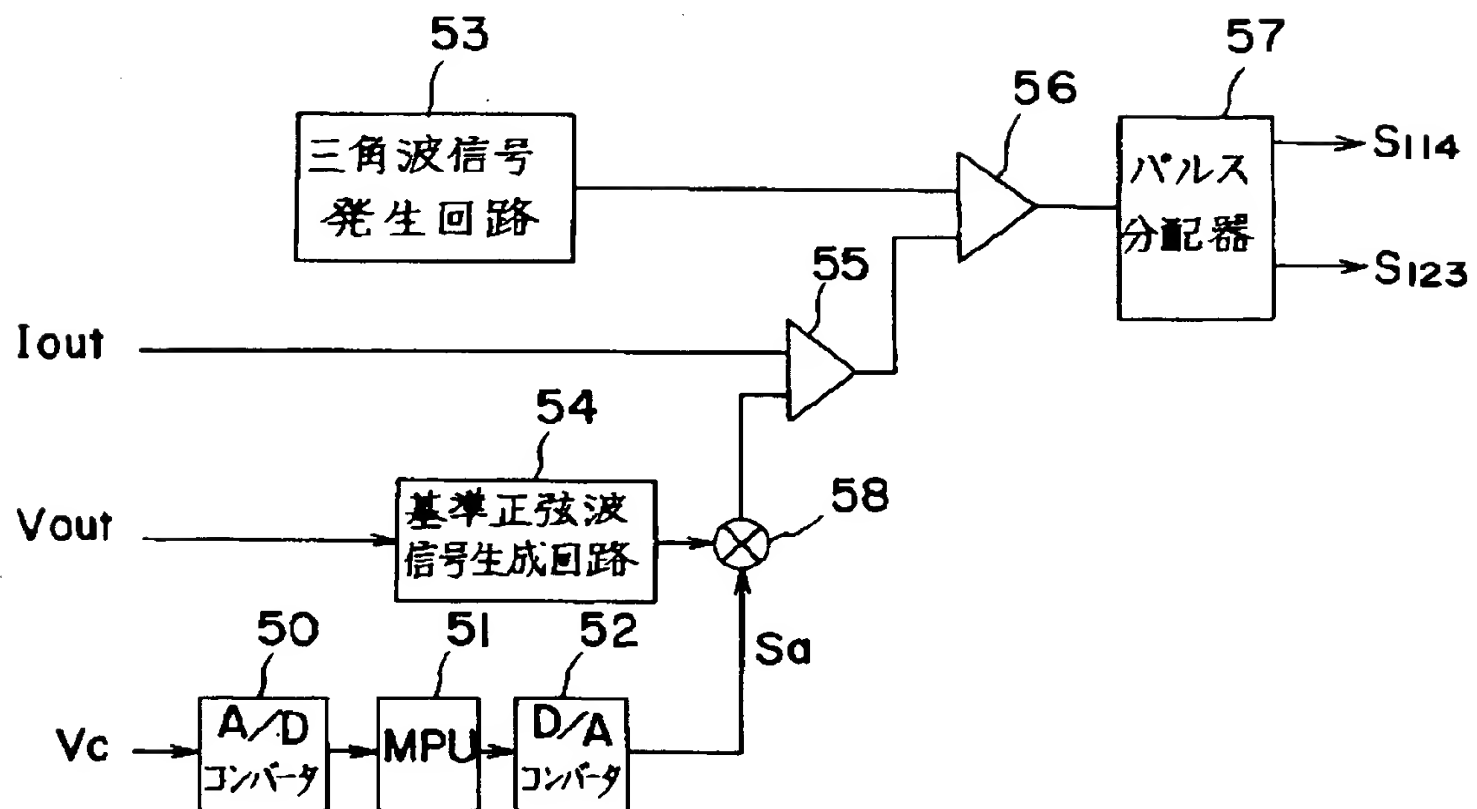




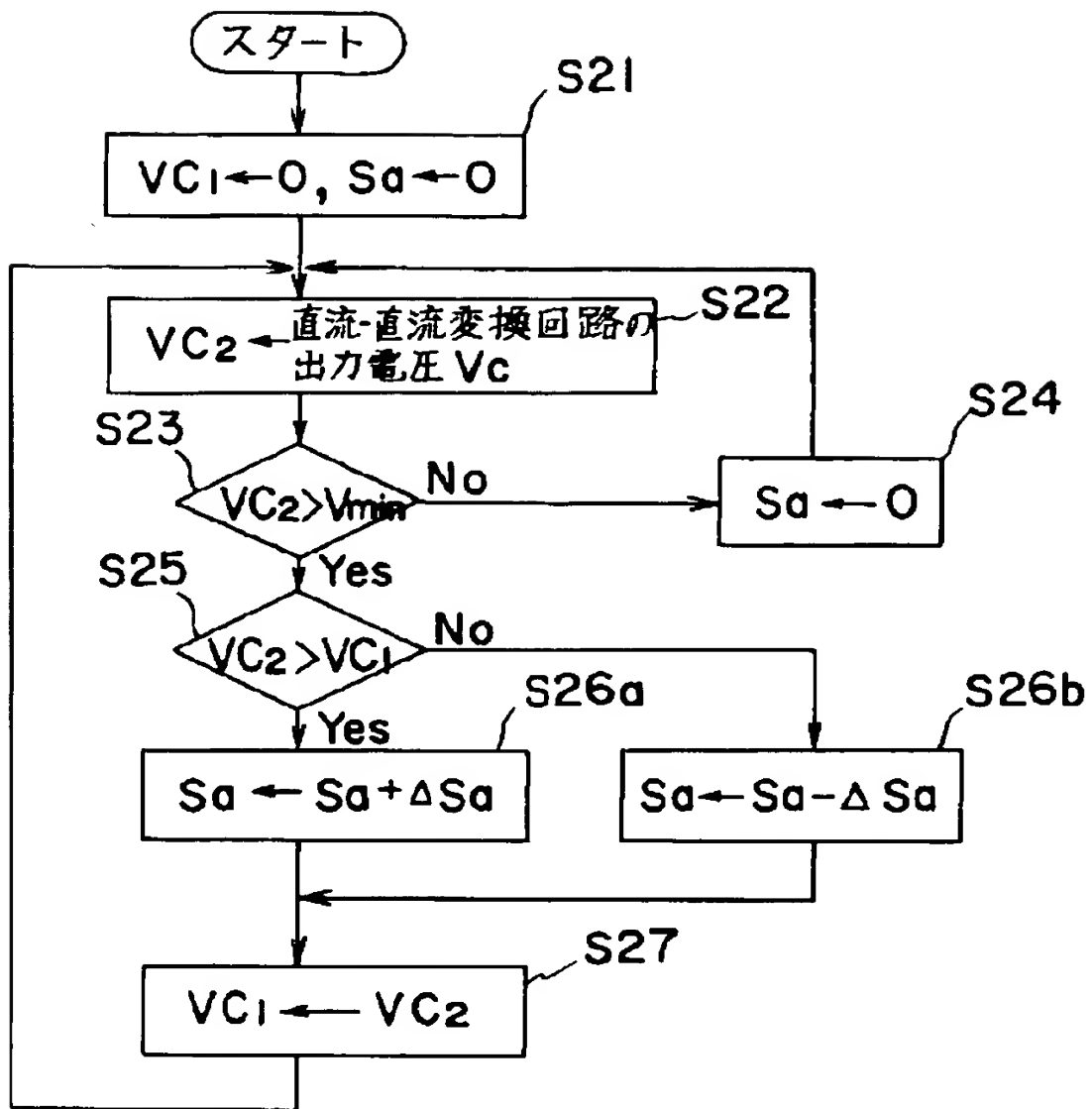
【図6】



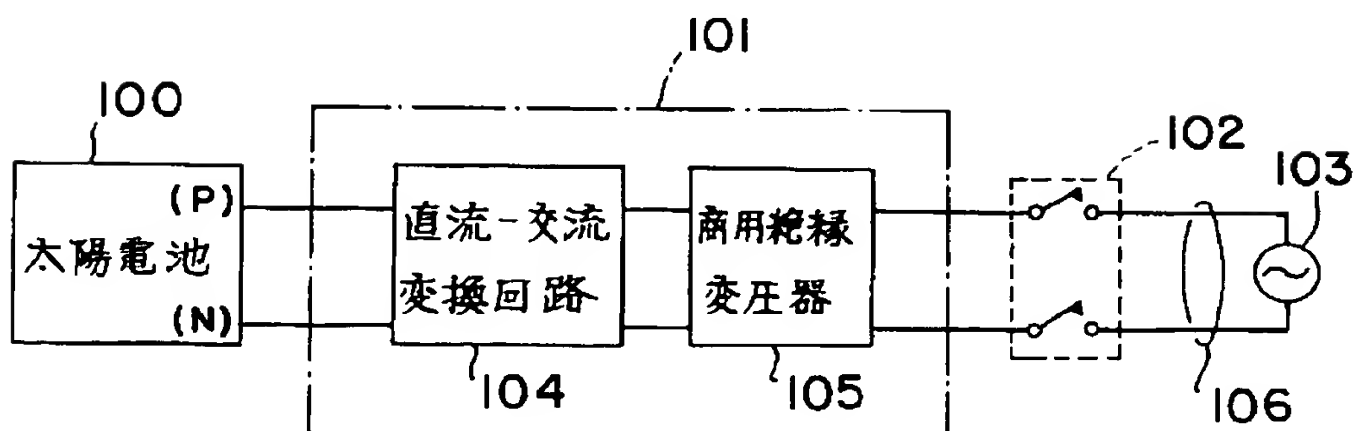
【図7】



【図8】

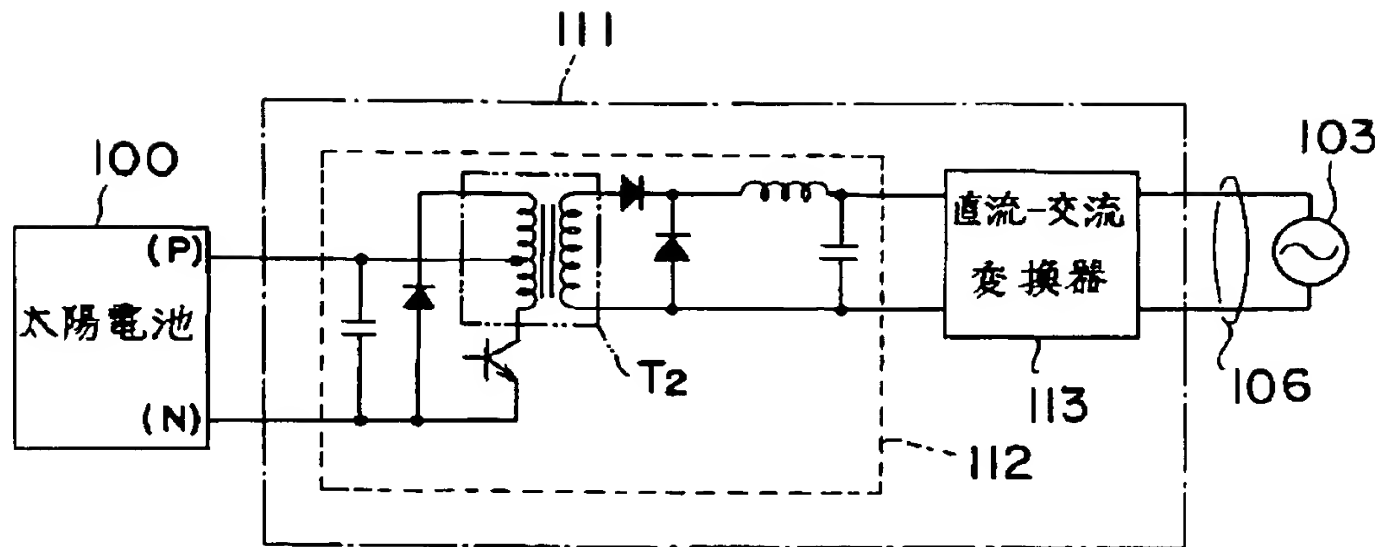


【図10】





【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H02M 7/48

識別記号

庁内整理番号  
9181-5H

FI

H02M 7/48

技術表示箇所

R